

Cited Ref. ①

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-071099

(43)Date of publication of application : 07.03.2000

(51)Int.Cl. B30B 11/00  
B22F 3/02  
B22F 5/10  
B30B 11/02

(21)Application number : 10-244822

(71)Applicant : HITACHI POWDERED METALS CO  
LTD

(22)Date of filing : 31.08.1998

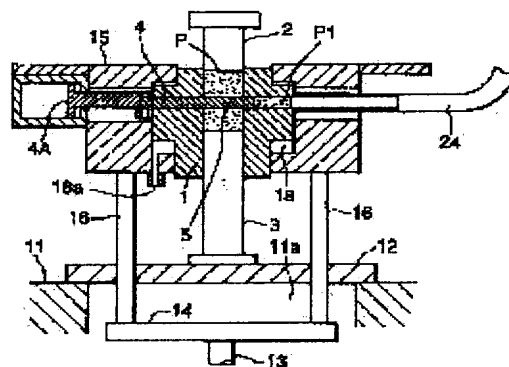
(72)Inventor : MASUDA TADAO

## (54) METHOD AND DEVICE FOR POWDERY MOLDING

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the load at the time of compression to a bar-like member penetrating through the powder, for forming a side hole even the density of green compact, and simplifying the process and facilitate the recycle of the powder discharged due to formation of the side hole.

SOLUTION: Powder P is filled in a cavity formed by a die 1 in a floating condition and a lower punch 3, and a transverse punch 4 penetrates through the powder P for forming a side hole 5. Then, the die 1 is lowered by compressing the powder P with an upper punch 2, so that the powder P is compressed by the upper and lower punches 2 and 3 at a given molding pressure. The powder P1 discharged by the transverse punch 4 is sequentially returned to a powder feeder from a return chamber via a return pipe 24.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-71099  
(P2000-71099A)

(43) 公開日 平成12年3月7日(2000.3.7)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターム(参考)
B 3 0 B	11/00	B 3 0 B 11/00	R 4 K 0 1 8
B 2 2 F	3/02	11/02	F
	5/10	B 2 2 F 3/02	F
B 3 0 B	11/02	5/00	K
			A
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)			

(21) 出願番号 特願平10-244822

(22) 出願日 平成10年8月31日(1998.8.31)

(71) 出願人 000233572

日立粉末冶金株式会社  
千葉県松戸市稔台520番地

(72) 発明者 増田 忠男

千葉県柏市船戸547-3

(74) 代理人 100096884

弁理士 末成 幹生

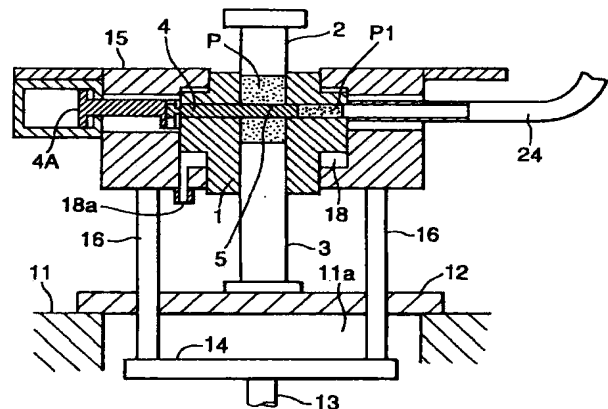
Fターム(参考) 4K018 CA13 CA15 CA17 CA18 HA01

(54) 【発明の名称】 粉末成形方法およびその装置

(57) 【要約】

【課題】 粉末に貫通させた横孔形成用の棒状部材に圧縮時の負荷がかからず、かつ圧粉体の密度が均一化され、さらに工程の簡素化ならびに横孔形成により放出された粉末の再使用化を容易とする。

【解決手段】 浮動状態のダイ1と下パンチ3とにより形成されるキャビティ1aに粉末Pを充填し、粉末Pに横パンチ4を貫通させて横孔5を形成する。次いで、上パンチ2で粉末Pを圧縮することによりダイ1の下降を生じさせ、上下のパンチ2、3で粉末Pが所定の成形圧力で圧縮されるようにする。横パンチ4により放出された粉末P1を、リターン室6からリターンパイプ24を経て順次粉末フィーダ17に戻していく。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 次の工程1～5を有することを特徴とする粉末成形方法。

「工程1」ダイと、このダイ内に挿入される圧縮パンチとにより形成されるキャビティに、粉末充填手段により粉末を充填する。

「工程2」前記キャビティに充填した粉末に、前記圧縮パンチによる粉末の圧縮方向と直交する方向に横パンチを貫通させるとともに、この貫通操作でキャビティから放出された粉末を、ダイから前記粉末充填手段にわたって設けた粉末リターン手段に導く。

「工程3」前記ダイを、前記圧縮方向に任意に移動可能な浮動状態として、圧縮パンチにより粉末を所定の成形圧力で圧縮して圧粉体を成形する。

「工程4」前記圧縮パンチによる粉末の圧縮操作を解除し、前記横パンチを前記圧粉体から抜く。

「工程5」前記ダイから前記圧粉体を取り出す。

【請求項2】 次の工程1～6を有することを特徴とする粉末成形方法。

「工程1」ダイと、このダイ内に挿入される圧縮パンチとにより形成されるキャビティに粉末を充填する。

「工程2」前記キャビティに充填した粉末に、前記圧縮パンチによる粉末の圧縮方向と直交する方向に横パンチを貫通させる。

「工程3」前記ダイを、前記圧縮方向に任意に移動可能な浮動状態として、圧縮パンチにより粉末を所定圧力で圧縮して圧粉体を成形する。

「工程4」前記圧縮パンチによる粉末の圧縮操作を解除し、前記横パンチを前記圧粉体から抜く。

「工程5」前記ダイから前記圧粉体を取り出す。

「工程6」前記「工程2」において前記横パンチの粉末に対する貫通操作により前記キャビティから放出された粉末を、粉末リターン手段によってキャビティに戻す。

【請求項3】 前記「工程1」で前記キャビティに粉末を充填した後、この粉末を、ダイを前記圧縮方向に任意に移動可能な浮動状態として、前記圧縮パンチにより、前記「工程3」での成形圧力よりも低い圧力で予備圧縮することを特徴とする請求項1または2に記載の粉末成形方法。

【請求項4】 前記予備圧縮での圧力は、この予備圧縮による粉末の密度が、前記キャビティに充填された粉末の見掛け密度の1.6倍以下の密度になるよう設定されることを特徴とする請求項3に記載の粉末成形方法。

【請求項5】 ダイと、

このダイ内に挿入され、粉末が充填されるキャビティをダイとともに形成する圧縮パンチと、  
前記ダイを前記圧縮パンチによる粉末の圧縮方向に任意に移動可能な浮動状態に支持するダイ支持手段と、  
前記キャビティに粉末を充填する粉末充填手段と、  
前記ダイに、前記圧縮方向と直交する方向に沿って前記

キャビティに対し進退自在に設けられ、その進出時に、キャビティに充填された粉末を貫通する横パンチと、この横パンチの進出によりキャビティから放出された粉末を受けるとともに前記粉末充填手段に導く粉末リターン経路とを備えることを特徴とする粉末成形装置。

【請求項6】 ダイと、

このダイ内に挿入され、粉末が充填されるキャビティをダイとともに形成する圧縮パンチと、  
前記ダイを前記圧縮パンチによる粉末の圧縮方向に任意に移動可能な浮動状態に支持するダイ支持手段と、  
前記キャビティに粉末を充填する粉末充填手段と、  
前記ダイに、前記圧縮方向と直交する方向に沿って前記キャビティに対し進退自在に設けられ、その進出時に、キャビティに充填された粉末を貫通する横パンチと、この横パンチの進出によりキャビティから放出された粉末を受けるとともに前記粉末充填手段に導く粉末リターン室と、  
このリターン室内の粉末を前記キャビティに押し込んで戻す粉末リターンブッシャとを備えることを特徴とする粉末成形装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、粉末冶金等の分野において、圧縮方向に直交して貫通する横孔を有するような形態の圧粉体を成形するに際して好適な粉末成形方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】上記のような圧粉体を成形する方法としては、特開平4-327398号公報…(1)や特開平10-118795号公報…(2)に示されるように、横孔形成用の棒状部材を予めダイにセットしてダイのキャビティに粉末を充填し、粉末を圧縮する方法が知られている。これら成形方法では、キャビティを横断する横ロッドの下方にも粉末が十分充填されて均一な充填密度が得られるように、棒状部材を回転させたり、下パンチを下降させて粉末を吸い込んだり、あるいはダイや下パンチを振動させたりしている。

【0003】一方、実公昭51-46415号公報…

(3)には、キャビティに充填した粉末に横孔形成用の棒状部材を貫通させてから圧粉体を圧縮する装置が開示されている。また、実公平2-16879号公報…

(4)や実公平3-20071号公報…(5)には、キャビティに充填した粉末を圧縮してから、その圧粉体に横孔形成用の棒状部材を貫通させる装置が開示されている。すなわち、これらの場合はキャビティへの粉末の充填もしくは充填後の圧縮を終えてから横孔を形成しており、キャビティへの粉末の充填に関しては著しい問題は生じないといった点で、上記のような横孔形成用の棒状部材を粉末充填前に予めダイにセットする方法よりは有利である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記公報（１）～（３）のように、横孔形成用の棒状部材が貫通された粉末を圧縮すると、この棒状部材はダイに挿入されているので圧縮の負荷を受け、変形もしくは折損したり、圧粉体の密度が上下方向に不均一になったりするおそれがあった。このような不具合は、粉末のニュートラルゾーンに棒状部材が的確に配されていれば回避されるであろうが、実際にはその制御が困難であり実用化の可能性は低いと想定される。そこで、上記公報（４）、（５）のように、粉末を圧縮した後の圧粉体に棒状部材を貫通させる技術の方が実用的ではあるが、この場合、粉末の圧縮は棒状部材から離れた位置で行い、この後に圧粉体を移動させて棒状部材を圧粉体に貫通させている。このため、横孔の形成位置すなわち圧粉体と棒状部材との相対的な位置関係を高精度に決定することが難しく、また、工程の増加も伴うので作業が複雑化するという問題があった。

【０００５】さらに、上記公報（３）～（５）のように、粉末に棒状部材を貫通させた後はその部分の粉末が放出されるが、その放出された粉末に関しては、回収して再使用する旨の記載はあるものの、再使用のための具体的構成は開示されていない。

【０００６】したがって本発明は、粉末に貫通させた横孔形成用の棒状部材に圧縮時の負荷がかからず、かつ圧粉体の密度が均一化され、さらに工程の簡素化ならびに放出された粉末の再使用化を容易に図ることができる粉末成形方法およびその装置を提供することを目的としている。

【０００７】

【課題を解決するための手段】本発明の粉末成形方法は、次の工程１～５にしたがって粉末を圧粉体に成形していくことを特徴としている。

「工程１」ダイと、このダイ内に挿入される圧縮パンチとにより形成されるキャビティに、粉末充填手段により粉末を充填する。

「工程２」前記キャビティに充填した粉末に、前記圧縮パンチによる粉末の圧縮方向と直交する方向に横パンチを貫通させるとともに、この貫通操作でキャビティから放出された粉末を、ダイから前記粉末充填手段にわたって設けた粉末リターン手段に導く。

「工程３」前記ダイを、前記圧縮方向に任意に移動可能な浮動状態として、圧縮パンチにより粉末を所定の成形圧力で圧縮して圧粉体を成形する。

「工程４」前記圧縮パンチによる粉末の圧縮操作を解除し、前記横パンチを前記圧粉体から抜く。

「工程５」前記ダイから前記圧粉体を取り出す。

【０００８】図１（ａ）～（ｃ）を参照して上記方法を具体的に説明する。同図で符合１はダイ、２、３は圧縮パンチを構成する上下のパンチである。まず、「工程１」では、図１（ａ）に示すように、ダイ１と下パンチ

３とにより形成されるキャビティ１ａに、粉末フィーダ等の図示せぬ粉末充填手段を用いて粉末Ｐを充填する。次いで、「工程２」では、図１（ｂ）に示すように、水平方向にダイ１を貫通する横パンチ（横孔形成用の棒状部材）４を待機位置から進出させ、粉末Ｐに貫通させる。これにより粉末Ｐには横孔５が形成され、横パンチ４で打ち抜かれた粉末Ｐ１はダイ１に隣接して設けられたリターン室６内に放出される。粉末Ｐに対する横パンチ４の貫通速度を比較的速くすることにより、粉末Ｐに崩れが生じずシャープな横孔５を形成することができる。リターン室６内の粉末Ｐ１は、図示せぬ粉末リターン手段によって粉末充填手段に戻され、再使用される。

【０００９】次の「工程３」で、ダイ１を粉末Ｐの圧縮方向（上下方向）に任意に移動可能な浮動状態とするが、横パンチ４もダイ１と一体に浮動状態となる。この状態から、図１（ｃ）に示すように上下のパンチ２、３により粉末Ｐを圧縮し、圧粉体Ｐ２とする。この際、横パンチ４の上下部分のいずれか一方に偏った負荷がかかろうとしても、ダイ１がその負荷方向に移動して緩衝される。このため、横パンチ４の変形あるいは折損が防止されとともに、圧粉体の密度を均一化させることができる。次いで、「工程４」で上下のパンチ２、３による圧縮操作を解除してから、横パンチ４を後退させて圧粉体Ｐ２から引き抜く。圧縮操作を解除すると、圧粉体においては圧縮による応力が開放されてスプリングバックが生じ、このため、横パンチ４を圧粉体Ｐ２から引き抜くことができる。この後、「工程５」で、下パンチ３により圧粉体Ｐ２をダイ１から上に押し出すなどして、圧粉体Ｐ２を取り出す。

【００１０】本発明の粉末成形方法においては、「工程１」でキャビティに粉末を充填した後、この粉末を、圧縮パンチにより、「工程３」での成形圧力よりも低い圧力で予備圧縮してもよい。この予備圧縮のときにも、ダイを粉末の圧縮方向に任意に移動可能な浮動状態としておく。したがって、「工程２」では、このように予備圧縮された粉末に対して横パンチを貫通させることになり、したがって、粉末の崩れがより抑えられる。

【００１１】図２（ａ）～（ｄ）はその方法を図示しており、まず、「工程１」で、図２（ａ）に示すようにキャビティ１ａに粉末Ｐを充填した後、図２（ｂ）に示すように上下のパンチ２、３で粉末Ｐを予備圧縮する。次いで、「工程２」で横パンチ４を粉末Ｐに貫通させ（図２（ｃ））、「工程３」で上下のパンチ２、３により粉末Ｐを所定の成形圧力で圧縮し、圧粉体Ｐ２とする（図２（ｄ））。この後は、上記と同様にして圧粉体Ｐ２をダイ１から取り出す。

【００１２】予備圧縮で粉末にかかる圧力は、横パンチの貫通により放出される粉末が圧粉体の状態になりにくく粉末化が容易なように、予備圧縮による粉末の密度が、見掛け密度の１．６倍以下の密度になるよう設定さ

れていることが、放出された粉末を再使用する上で好ましい。例えば、見掛け密度が $3.0\text{ g/cm}^3$ の鉄粉の場合は $4.8\text{ g/cm}^3$ 以下の圧力で、また、見掛け密度が $2.5\text{ g/cm}^3$ の銅粉の場合は $4.0\text{ g/cm}^3$ 以下の圧力で、それぞれ予備圧縮することになる。本発明では、キャビティへの粉末充填から予備圧縮、横孔形成、本圧縮を、粉末を移動させることなく一連の動作で行うことができるので、工程の簡素化が図られる。

【0013】上記本発明の粉末成形方法は、次の本発明に係る粉末成形装置により、きわめて好適に実施することができる。すなわち、その粉末成形装置は、ダイと、このダイ内に挿入され、粉末が充填されるキャビティをダイとともに形成する圧縮パンチと、ダイを圧縮パンチによる粉末の圧縮方向に任意に移動可能な浮動状態に支持するダイ支持手段と、キャビティに粉末を充填する粉末充填手段と、ダイに、圧縮方向と直交する方向に沿ってキャビティに対し進退自在に設けられ、その進出時に、キャビティに充填された粉末を貫通する横パンチと、この横パンチの進出によりキャビティから放出された粉末を受けるとともに粉末充填手段に導く粉末リターン経路とを備えることを特徴とする。

【0014】上記粉末充填手段の具体例としては、ホッパ等から随時供給される粉末を貯留し、キャビティ上に進出することにより内部の粉末をキャビティに落下させて充填するような底無し箱状の粉末フィーダが挙げられる。また、粉末リターン経路の具体例としては、ダイから粉末充填手段わたって配管されたパイプやホース等が挙げられる。

【0015】上記粉末成形方法およびその装置では、横孔形成により放出された粉末を粉末充填手段に戻して再使用する構成としているが、これとは異なる粉末の再使用手段を備えた次の粉末成形方法およびその装置も本発明としている。すなわち、その粉末成形方法は、次の工程1～6を有することを特徴としている。

「工程1」ダイと、このダイ内に挿入される圧縮パンチとにより形成されるキャビティに粉末を充填する。

「工程2」前記キャビティに充填した粉末に、前記圧縮パンチによる粉末の圧縮方向と直交する方向に横パンチを貫通させる。

「工程3」前記ダイを、前記圧縮方向に任意に移動可能な浮動状態として、圧縮パンチにより粉末を所定圧力で圧縮して圧粉体を成形する。

「工程4」前記圧縮パンチによる粉末の圧縮操作を解除し、前記横パンチを前記圧粉体から抜く。

「工程5」前記ダイから前記圧粉体を取り出す。

「工程6」前記「工程2」において前記横パンチの粉末に対する貫通操作により前記キャビティから放出された粉末を、粉末リターン手段によってキャビティに戻す。

【0016】本方法では、横孔形成により放出された粉末を、「工程6」においてキャビティに直接戻し、次の

成形でキャビティに充填される新たな粉末と混合させることにより再使用を図る点を特徴している。なお、本方法においても先の方法のように、「工程1」でキャビティに粉末を充填した後、この粉末を、圧縮パンチにより、「工程3」での成形圧力よりも低い圧力で予備圧縮してもよい点は全く同様である。このような方法を実施し得る本発明の粉末成形装置は、次の構成を特徴とする。

【0017】すなわち、ダイと、このダイ内に挿入され、粉末が充填されるキャビティをダイとともに形成する圧縮パンチと、ダイを圧縮パンチによる粉末の圧縮方向に任意に移動可能な浮動状態に支持するダイ支持手段と、キャビティに粉末を充填する粉末充填手段と、ダイに、圧縮方向と直交する方向に沿ってキャビティに対し進退自在に設けられ、その進出時に、キャビティに充填された粉末を貫通する横パンチと、この横パンチの進出によりキャビティから放出された粉末を受けるリターン室と、このリターン室内の粉末をキャビティに押し込んで戻す粉末リターンプッシャとを備える。

【0018】本装置によれば、横パンチにより放出される粉末は、一旦リターン室内に置かれ、粉末の圧縮、取り出しが行われた後、粉末リターンプッシャの動作によりキャビティに押し込まれて戻され、次の成形でキャビティに充填される新たな粉末と混合されることにより再使用される。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

(1) 第1の実施形態

図3～図6は、第1の実施形態に係る粉末成形装置により、粉末を圧縮して圧粉体を得る工程を示している。この場合の圧粉体は、例えば、図7(a)、(b)に示すような、粉末の圧縮方向(矢印B)に直交する横孔5が貫通形成されているものとされる。なお、図7(a)の圧粉体における圧縮方向に延びる縦孔7は横孔5とは連通しておらず、縦孔7は図3～図6には図示しないコアロッドにより形成される。

【0020】図3～図6において、符合11は基台となるボルスタ、12はボルスタ11のピット11aを覆ってボルスタ11上に固定されたベースプレートである。ボルスタ11のピット11a内には、油圧シリンダのピストン13によって上下動するヨークプレート14が配されている。ベースプレート12の上方には、ダイプレート15およびこのダイプレート15内に支持されたダイ1が配されている。ダイプレート15は、ベースプレート12を貫通して上下に延びる複数のガイドロッド16を介してヨークプレート14に連結されており、したがってダイ1およびダイプレート15はヨークプレート14と一体に上下動する。また、ベースプレート12上には、ダイ1とともにキャビティ1aを形成する下パン

チ（圧縮パンチ）3が挿入され、さらにキャビティ1 aの上方には、図5に示すように上パンチ（圧縮パンチ）2が配されている。

【0021】符合17は、底無し箱状の粉末フィーダ（粉末充填手段）である。この粉末フィーダ17内には図示せぬホッパから粉末が随時供給され、粉末が貯留される。粉末フィーダ17は、ダイプレート15上におけるキャビティ1 aの図3で右側が待機位置とされ、この待機位置からキャビティ1 a上に前進することにより、内部の粉末をキャビティ1 aに落下させて充填する。そして、待機位置に後退する過程で、その下端縁により粉末が擦り切れキャビティ1 aへの粉末Pの充填量が一定とされる。

【0022】ダイ1は、ダイプレート15内に形成されたシリンダ室18により、所定範囲の上下動が可能となっている。ダイ1は、ダイプレート15の下面に設けられた流体出入口18 aから、シリンダ室18におけるダイ1の下方部分に流体（油、空気等）が供給されることにより、上下動可能な浮動状態に支持される。この場合、シリンダ室18と流体とにより、ダイ支持手段が構成される。シリンダ室18に供給された流体の圧力によりダイ1が上限まで上昇すると、ダイ1の上面はダイプレート15のそれと面一になる。

【0023】ダイ1には、キャビティ1 aを挟んで直線的に対向する2つの水平孔21、6が形成されており、一方（図3で左側）の水平孔21には、横パンチ4がキャビティ1 aに対し進退自在に挿入されている。この横パンチ4は、ダイ1の側方に設けられたアクチュエータ4 Aにより駆動され、もっとも進出すると、図4に示すように、キャビティ1 aを横断し、かつ先端部が他方の水平孔（以下、リターン室と称する）6に挿入させられる。

【0024】図8に示すように、横パンチ4のアクチュエータ4 A側の端部には、周溝22 aにより係合部22が形成され、この係合部22が、アクチュエータ4 Aの先端部に設けられたガイド23内に係合されている。係合部22がガイド23内に係合され、周溝22 aがガイド23に形成された上下に延びる切欠き23 aを通ることにより、横パンチ4は、アクチュエータ4 Aの動作に連動し、かつ、上下方向にはアクチュエータ4 Aに規制されず移動自在である。したがって、横パンチ4はダイ1およびダイプレート15と一体に上下動可能となっている。

【0025】図3に示すように、前記リターン室6には、ダイプレート15に挿入されたリターンパイプ（粉末リターン手段、粉末リターン経路）24の一端が接続されている。このリターンパイプ24の材質は屈曲自在なフレキシブル素材であり、その他端は前記粉末フィーダ17に接続されている。後述するように、横パンチ4によりリターン室6に打ち抜かれた粉末P1（図4参

照）は、後続の粉末により順次押され、リターンパイプ24を経て粉末フィーダ17に戻され、再使用される。

【0026】次に、上記の第1の実施形態に係る粉末成形装置の動作を説明し、併せて本発明方法の第1の実施形態を、工程を追って説明する。なお、この工程は、自動制御装置等により連続的に繰り返す行うことが可能である。

「工程1」図3に示すように、ダイプレート15のシリンダ室18に流体を供給することによりダイ1を上限まで上昇させ、横パンチ4を、その先端面がキャビティ1 aを形成するダイ1の内周壁に一致する位置まで後退させる。さらに、横パンチ4がキャビティ1 aの上下方向の中央、すなわち粉末Pの充填深さの中央（ニュートラルゾーン）に位置するようにダイプレート15を移動させ、これを初期状態として保持する。次いで、粉末フィーダ17を前進させてキャビティ1 aに粉末Pを充填する。

【0027】「工程2」図4に示すように、アクチュエータ4 Aにより、横パンチ4を進出させて粉末Pに貫通させ、横孔5を形成する。横パンチ4で打ち抜かれた粉末P1は、リターン室6に押し込まれる。

【0028】「工程3」図5に示すように、上パンチ2を下降させて粉末Pの圧縮を開始する。この圧縮操作では、圧縮される粉末Pとダイ1の内周壁との間に生じる摩擦力がしだいに増し、それにつれてダイ1はシリンダ室18の流体を圧縮しつつ下降する。これによって粉末Pは上下のパンチ2、3から均等な圧力を受けることになる。すなわち、横パンチ4の上部に上パンチ2による偏った負荷がかかることなく、その負荷が生じようとしてもダイ1が下降することにより緩衝される。このため、横パンチ4の変形あるいは折損が防止されるとともに、圧粉体の密度を均一化させることができる。

【0029】「工程4」所定の成形圧力をかけて粉末Pを圧縮し終えたら、上パンチ2を上昇させてダイ1から抜き、さらにダイプレート15を若干上昇させ、上下のパンチ2、3による圧縮操作を解除する。次いで、アクチュエータ4 Aにより横パンチ4を後退させて圧粉体P2から引き抜く。上下のパンチ2、3による圧縮操作を解除すると、圧粉体P2においては圧縮による応力が開放されてスプリングバックが生じ、このため、横パンチ4を圧粉体P2から引き抜くことができる。

【0030】「工程5」図6に示すように、ダイプレート15を下降させ、下パンチ3により圧粉体P2をダイ1から相対的に上に押し出し、その圧粉体P2を取り出す。

【0031】上記「工程1」～「工程5」を繰り返すことにより圧粉体P2を連続して得るが、その過程で、キャビティ1 a内の粉末Pが横パンチ4により打ち抜かれてリターン室6に放出された粉末P1は、後続の粉末により順次押され、リターンパイプ24を経て粉末フィー

ダ17に戻され再使用される。

#### 【0032】(2)第2の実施形態

次に、図9～図14を参照して本発明の第2の実施形態を説明する。図9～図14は、第2の実施形態に係る粉末成形装置により、上記第1の実施形態と同様の図7

(a)、(b)に示すような圧粉体を成形する工程を示している。なお、これら図9～図14で上記第1の実施形態で参照した図3～図6と同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。第2の実施形態が第1の実施形態と異なる点は、粉末を再使用するための構成にあり、したがって、前記リターンパイプ24は設けられていない。

【0033】さて、第2の実施形態においては、キャビティ1aを挟んで、前記横パンチ4およびアクチュエータ4Aと同様の、粉末リターンブッシャ（粉末リターン手段：以下、ブッシャと略称する）31およびアクチュエータ31Aが、略左右対称の状態で設けられている。すなわち、前記リターン室6にはブッシャ31が摺動自在に挿入され、このブッシャ31は、アクチュエータ31Aによりリターン室6内をキャビティ1aに対して進退するよう構成されている。ブッシャ31とアクチュエータ31Aとの連結構造は、図8に示した横パンチ4とアクチュエータ4Aとの連結構造と同一である。

【0034】次に、上記の第2の本発明に係る粉末成形装置の動作を説明し、併せて本発明方法の第2の実施形態を、工程を追って説明する。

「工程1」図9に示すように、第1の実施形態で説明した初期状態とし、さらに、ブッシャ31を、その先端面がダイ1の内周壁に一致する位置まで後退させ、この状態から、粉末フィーダ17によりキャビティ1aに粉末Pを充填する。次いで、図10に示すように、上パンチ2を下降させて粉末Pを予備圧縮する。予備圧縮は、予備圧縮による粉末Pの密度が、キャビティ1aに充填された粉末Pの見掛け密度の1.6倍以下の密度になるような圧力で行う。この予備圧縮でも、上記第1の実施形態における圧縮工程と同様に、粉末Pとダイ1の内周壁との間に生じる摩擦力によりダイ1はシリンダ室18の流体を圧縮しつつ下降し、その作用で粉末Pは上下のパンチ2、3から均等な圧力を受ける。

【0035】「工程2」図11に示すように、アクチュエータ31Aによりブッシャ31を後退させてから、横パンチ4を進出させて予備圧縮した粉末Pに貫通させ、横孔5を形成する。あるいは、ブッシャ31の後退速度を横パンチ4の進出速度よりも速くすることにより、横パンチ4とブッシャ31をほぼ同時に作動させてもよい。横パンチ4で打ち抜かれた粉末P1は、リターン室6に押し込まれる。

【0036】「工程3」図12に示すように、上パンチ2を下降させて予備圧縮した粉末Pの圧縮（本圧縮）を開始し、圧粉体P2を成形する。この圧縮操作により、

横パンチ4の変形あるいは折損が防止されるとともに、圧粉体P2の密度を均一化させることができるといった効果を、上記第1の実施形態と同様に得ることができる。

【0037】「工程4」所定の成形圧力をかけて粉末Pを圧縮し終えたら、上パンチ2を上昇させてダイ1から抜き、さらにダイプレート15を若干上昇させ、上下のパンチ2、3による粉末Pの圧縮操作を解除する。次いで、アクチュエータ4Aにより横パンチ4を後退させて圧粉体P2から引き抜く。

【0038】「工程5」図13に示すように、ダイプレート15を下降させ、下パンチ3により圧粉体P2をダイ1から相対的に上に押し出し、その圧粉体P2を取り出す。

【0039】「工程6」図14に示すように、アクチュエータ31Aによりブッシャ31をダイ1の内周壁に一致するまで前進させる。すると、リターン室6に放出された粉末P1はキャビティ1aに戻される。キャビティ1aに戻された粉末P1は、次の成形でキャビティ1aに充填される新たな粉末と混合されることにより再使用される。なお、ブッシャ31でキャビティ1aに戻される粉末P1は、新たに充填される粉末と混合されればよいので、粉末フィーダ17が前進して新たな粉末がキャビティ1aに充填されている最中にブッシャ31を作動させてもよい。また、予備圧縮された粉末Pは、その密度が見掛け密度の1.6倍以下と適宜に低くされているので、ブッシャ31によりリターン室6からキャビティ1aに送り込まれると容易に粉末化し、圧縮されたことによって次の成形体に影響を及ぼすことはない。

#### 【0040】(3)第3の実施形態

次に、図15～図19を参照して本発明の第3の実施形態を説明する。図15～図19は、第3の実施形態に係る粉末成形装置により、例えば、図7(c)に示すような圧粉体を成形する工程を示している。図7(c)の圧粉体は、長形状の枠体であって、枠体内の角孔8はコアロッドにより形成され、さらに枠体には圧縮方向（矢印B）に直交して角孔8に連通する2つの横孔5が、互いに対向して貫通形成されている。

【0041】図15～図19において、符合11はボルスタ、12はボルスタ11のピット11aを覆ってボルスタ11上に固定されたベースプレート、14は油圧シリンダのピストン13によって上下動するヨークプレート、16はガイドロッドであり、これら構成要素は上記第1の実施形態と同様のものである。ベースプレート12の上方には、ダイプレート15と一体構造のダイ1が配されている。ベースプレート12上には、ダイ1とともにキャビティ1aを形成する円筒状の下パンチ3が挿入され、さらにキャビティ1aの上方には上パンチ2が配されている。下パンチ3の内部には、前記角孔8を形成するためのコアロッド41が摺動自在に挿入されてい

る。

【0042】このコアロッド41は、鏝部41bが形成された下端部が、ヨークプレート14上の中央に固定されたケース45内に収納されており、ベースプレート12を貫通して上端部が下パンチ3の内部に挿入されている。ケース45は、ケース本体45aおよびリング45bとからなり、コアロッド41の鏝部41bがリング45bに対し離接可能とされている。コアロッド41は、ヨークプレート14の上昇に伴いリング45bに持ち上げられて上昇し、ヨークプレート14の下降に伴いケース本体45aに押し付けられて下降する。また、鏝部41bがケース45内を上下動する範囲において、コアロッド41はヨークプレート14に対し相対的に上下動可能となっている。

【0043】ダイプレート15は、ボルスタ11に立設された複数のガイドロッド42に沿って上下動可能となっている。このガイドロッド42と下パンチ3には、ダイ1をダイプレート15とともに上下動可能な浮動状態として支持するコイルスプリング（ダイ支持手段）42a、3aがそれぞれ巻装されている。ガイドロッド16の上端には、ダイプレート15に係合する上下のフランジ43a、43bが連結部43cを介して結合されてなるダンベル状のブロック43が固定されている。このブロック43は、連結部43cがダイプレート15を貫通し、上下のフランジ43a、43bがダイプレート15を挟む状態に組み込まれている。上下のフランジ43a、43b間は、一方のフランジ43a（43b）がダイプレート15に当たると、他方のフランジ43b（43a）がダイプレート15から十分離れるような間隔が確保されている。したがって、ブロック43は、ダイ1およびダイプレート15と相対的に上下動可能となっている。

【0044】ダイ1およびダイプレート15は、ヨークプレート14の上昇に伴いブロック43の下フランジ43bに持ち上げられて支持される。図15はその状態を示しており、ここからヨークプレート14を下降させると、やがて、図17に示すように、下フランジ43bがダイプレート15から離れるとともに、ダイ1およびダイプレート15が各スプリング3a、42aによって上下動可能な浮動状態に支持される。さらにヨークプレート14が下降すると、図18に示すように、上フランジ43aが各スプリング3a、42aの弾発力に抗してダイプレート15を押し付け、ダイ1およびダイプレート15は下降する。

【0045】ダイ1には、上記第2の実施形態と同様に、水平孔21およびリターン室6が形成されており、水平孔21にはアクチュエータ4Aにより駆動させられる横パンチ4が、また、リターン室6にはアクチュエータ31で駆動させられるプッシャ31Aが、それぞれ挿入されている。この場合、横パンチ4とアクチュエータ

4A、プッシャ31とアクチュエータ31Aとは、相対的な上下動が不可能なように一体的に連結されている。各アクチュエータ4A、31Aは、ダイプレート15に固定されたカバー44に固定されており、ダイ1およびダイプレート15と一体に上下動が可能とされている。なお、前記コアロッド41には、横パンチ4の進出を許容する貫通孔41aが形成されている。また、本実施形態では、上記第1、第2の実施形態と同様の粉末フィーダ17が、カバー44上にセットされている。このカバー44およびダイ1の上面は、粉末フィーダ17の進退を妨げないよう互いに面一となっている。

【0046】次に、上記第3の実施形態の粉末成形装置の動作を説明し、併せて本発明方法の第3の実施形態を、工程を追って説明する。

「工程1」図15に示すように、横パンチ4およびプッシャ31を、その先端面がダイ1の内周壁に一致する位置まで後退させるとともに、ヨークプレート14を上昇させてダイプレート15をブロック43の下フランジ43bで支持し、横パンチ4がキャビティ1aに対してニュートラルゾーンに位置する初期状態を保持する。この初期状態で、コアロッド41の貫通孔41aは横パンチ4の進出軌道に一致するようになっている。ここから、まず粉末フィーダ17を前進させてキャビティ1aに粉末Pを充填する。

【0047】「工程2」図16に示すように、プッシャ31を後退させてから、横パンチ4を進出させてキャビティ1a内の粉末Pに貫通させ、横孔5を形成する。あるいは、プッシャ31の後退速度を横パンチ4の進出速度よりも速くすることにより、横パンチ4とプッシャ31をほぼ同時に作動させてもよい。横パンチ4で打ち抜かれた粉末P1は、リターン室6に押し込まれる。

【0048】「工程3」図17に示すように、ダイプレート15に対するブロック43の係合が外れ、各スプリング3a、42aによってダイ1およびダイプレート15が浮動状態に支持されるまでヨークプレート14を下降させてから、上パンチ2を下降させて粉末Pの圧縮を開始する。この圧縮操作では、粉末Pとダイ1の内周壁との間に生じる摩擦力がしだいに増し、それにつれてダイ1およびダイプレート15は各スプリング3a、42aを圧縮しつつ下降する。これによって粉末Pは上下のパンチ2、3から均等な圧力を受けることになり、横パンチ4の変形あるいは折損の防止ならびに圧粉体の密度の均一化といった効果を、上記第1、第2の実施形態と同様に得ることができる。

【0049】「工程4」所定の成形圧力をかけて粉末Pを圧縮し終えたら、上パンチ2を上昇させてダイ1から抜き、さらにダイプレート15を若干上昇させ、上下のパンチ2、3による粉末Pの圧縮操作を解除する。次いで、横パンチ4を後退させて圧粉体P2から引き抜く。

【0050】「工程5」図18に示すように、ダイ1お



13

よびダイプレート15を下降させ、下パンチ3により圧粉体P2をダイ1から相対的に上に押し出し、その圧粉体P2を取り出す。

【0051】「工程6」図19に示すように、アクチュエータ31Aによりプッシャ31をダイ1の内周壁に一致するまで前進させ、リターン室6に放出された粉末P1をキャビティ1aに戻し、再使用に充てる。この動作は、粉末フィーダ17が前進して新たな粉末がキャビティ1aに充填されている最中に行ってもよい。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ダイを浮動状態として横孔形成用の横パンチが貫通された粉末を圧縮し、さらに、横パンチにより放出された粉末を粉末充填手段に戻すか、もしくは直接キャビティに戻すことにより、横パンチに圧縮時の負荷がかからず、かつ圧粉体の密度が均一化され、さらに工程の簡素化ならびに放出された粉末の再使用化を容易に図ることができるといった効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の粉末成形方法の一工程例を(a)～(c)の順にしたがって概念的に示す断面図である。

【図2】 本発明の粉末成形方法の他の工程例を(a)～(d)の順にしたがって概念的に示す断面図である。

【図3】 本発明の第1の実施形態の粉末成形装置による粉末成形方法の工程1を示す断面図である。

【図4】 本発明の第1の実施形態の粉末成形装置による粉末成形方法の工程2を示す断面図である。

【図5】 本発明の第1の実施形態の粉末成形装置による粉末成形方法の工程3を示す断面図である。

【図6】 本発明の第1の実施形態の粉末成形装置による粉末成形方法の工程5を示す断面図である。

【図7】 (a)、(b)は本発明の第1、第2の実施形態を適用して成形される圧粉体の斜視図、(c)は本発明の第3の実施形態を適用して成形される圧粉体の斜視図である。

【図8】 本発明の第1、第2の実施形態の粉末成形装

14

置における横パンチとアクチュエータの連結構造を示す斜視図である。

【図9】 本発明の第2の実施形態の粉末成形装置による粉末成形方法の工程1(粉末充填)を示す断面図である。

【図10】 本発明の第2の実施形態の粉末成形装置による粉末成形方法の工程1(粉末予備圧縮)を示す断面図である。

【図11】 本発明の第2の実施形態の粉末成形装置による粉末成形方法の工程2を示す断面図である。

【図12】 本発明の第2の実施形態の粉末成形装置による粉末成形方法の工程3を示す断面図である。

【図13】 本発明の第2の実施形態の粉末成形装置による粉末成形方法の工程5を示す断面図である。

【図14】 本発明の第2の実施形態の粉末成形装置による粉末成形方法の工程6を示す断面図である。

【図15】 本発明の第3の実施形態の粉末成形装置による粉末成形方法の工程1を示す断面図である。

【図16】 本発明の第3の実施形態の粉末成形装置による粉末成形方法の工程2を示す断面図である。

【図17】 本発明の第3の実施形態の粉末成形装置による粉末成形方法の工程3を示す断面図である。

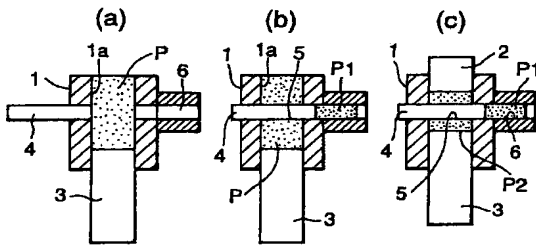
【図18】 本発明の第3の実施形態の粉末成形装置による粉末成形方法の工程5を示す断面図である。

【図19】 本発明の第3の実施形態の粉末成形装置による粉末成形方法の工程6を示す断面図である。

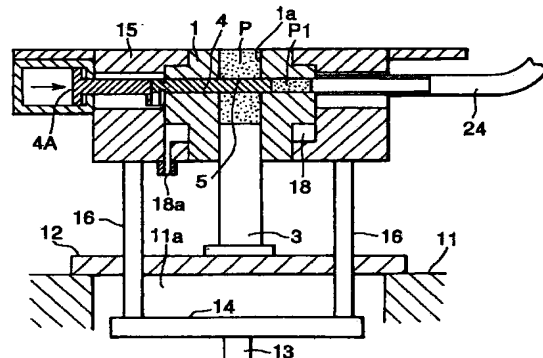
【符号の説明】

1…ダイ、1a…キャビティ、2…上パンチ(圧縮パンチ)、3…下パンチ(圧縮パンチ)、3a…スプリング(ダイ支持手段)、4…横パンチ、6…リターン室、17…粉末フィーダ(粉末充填手段)、18…シリンダ室(ダイ支持手段)、24…リターンパイプ(粉末リターン手段、粉末リターン経路)、31…粉末リターンプッシャ(粉末リターン手段)、P…粉末、P1…放出された粉末、P2…圧粉体。

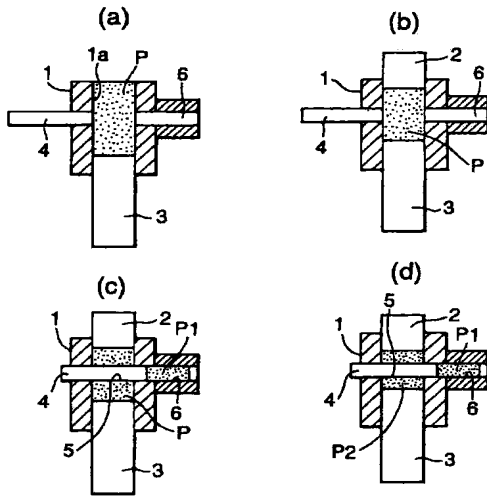
【図1】



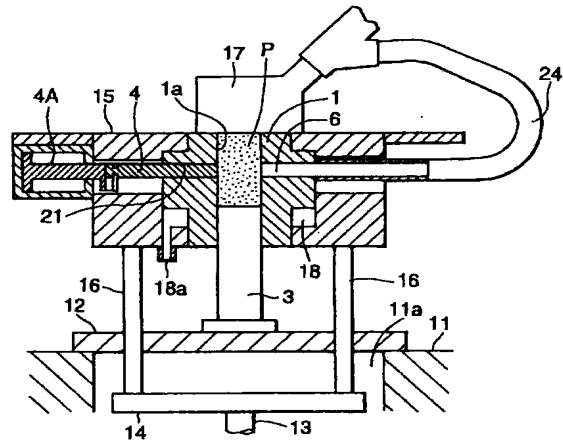
【図4】



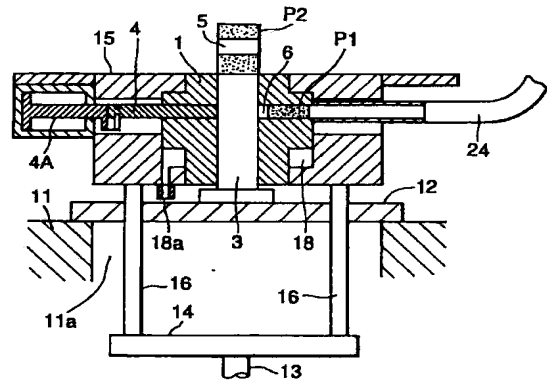
【図2】



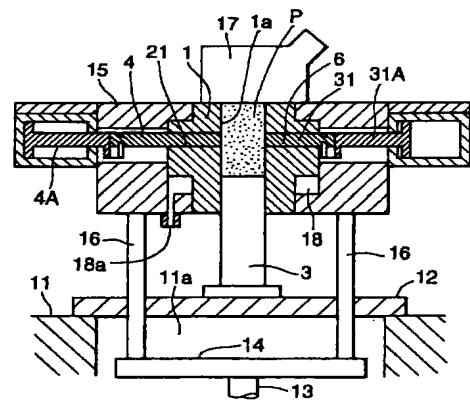
【図3】



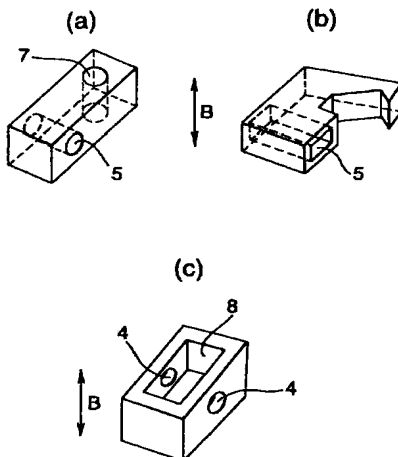
【図6】



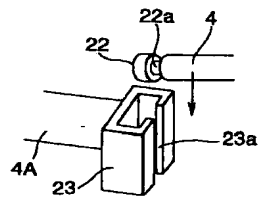
【図9】



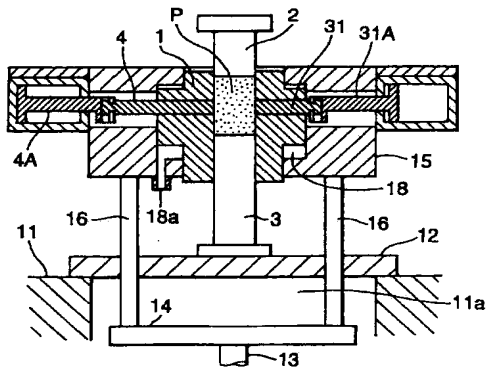
【図7】



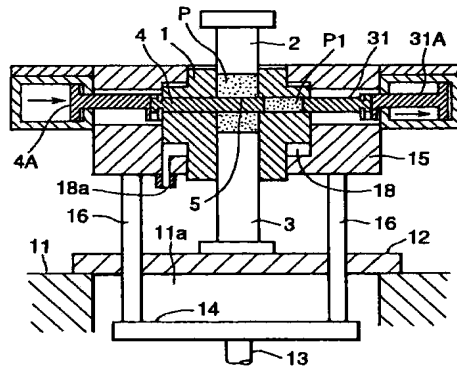
【図8】



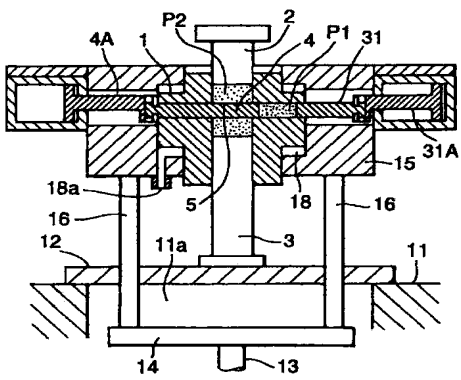
【図10】



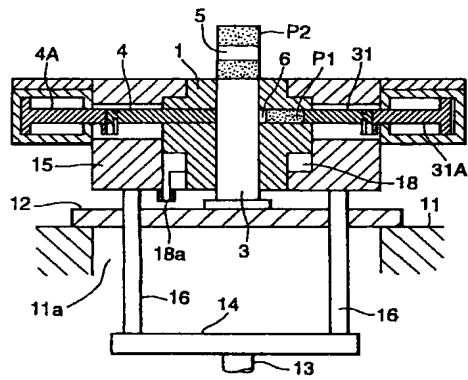
【図11】



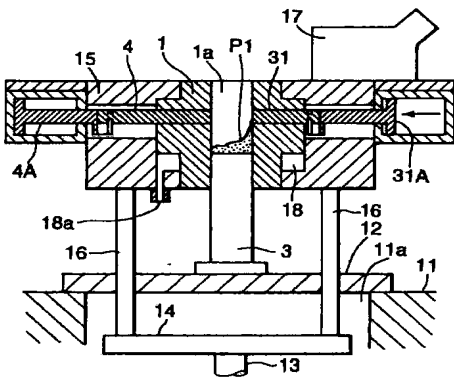
【図12】



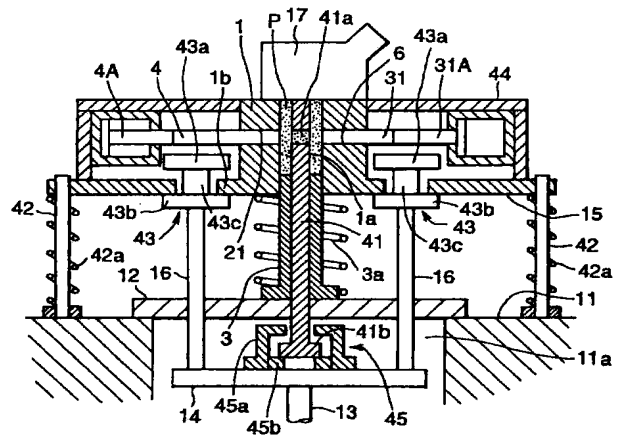
【図13】



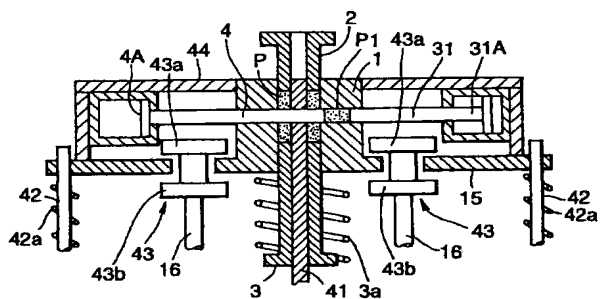
【図14】



【図15】



【图 17】



【图 19】

